INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

prom perú

Sector Minería

Vigilancia Tecnológica de la Industria de Servicios Basados en Conocimiento

Patentes de invención, investigaciones y tendencias

DEPARTAMENTO DE INTELIGENCIA DE MERCADOS

Lima, 2022

© PromPerú, 2022
Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo
Departamento de Inteligencia de Mercados
Subdirección de Inteligencia y Prospectiva Comercial
Coordinador Frank Pucutay Vásquez

Supervidado por Gonzalo Lindo Alvarado, Jackeline Castillo Rojas

Coordinador del estudio: Omar Del Carpio Rodriguez
Elaborado por Adder Retamozo Pablo, Stefani Gonzales León, Cristian Molina Calizaya
Diseño de portada y contraportada Stefanía Campodonico

Nota Legal
Toda la información, recomendaciones, dibujos, gráficas y tablas contenidas en el presente informe son proporcionadas únicamente con fines informativos.

Las fotos utilizadas en el informe son de uso libre.

Tabla de contenido

Introducción 4
Digitalización del sector minero 5
1. Análisis de Producción Científica 5
1.1. Temas de investigación 6
1.2. Países 7
1.3. Actores 7
1.4. Articulos de investigación de impacto 10
2. Análisis de Tecnología 11
2.1. Tendencia de patentes 12
2.2. Países 12
2.3. Actores 13
2.4. Principales patentes 13
3. Proyectos I+D+i 14
4. Innovaciones 16
4.1. Aplicaciones 16
4.2. Nuevas empresas y Startup 29
5. Oportunidad 31
6. Anexos 32

Introducción

Los servicios basados en el conocimiento (SBC) permiten gestionar el conocimiento para contribuir al aumento de la productividad global, nacional y sectorial de la economía, y que gracias a las tecnologías de información y comunicación (TICs) se han consolidado como una oportunidad para el comercio internacional a través de las exportaciones directas y además en su contribución dentro de otros sectores industriales y primarios.

Los SBC son actividades que utilizan el capital humano y la tecnología para la generación de valor, y comprenden servicios jurídicos, contables, administración, consultoría, arquitectura, ingeniería, publicidad, marketing, software, servicios de informática, audiovisuales, licencias de uso de propiedad intelectual, entre otros (Gayá, 2022).

El crecimiento de los SBC ha permitido que su participación en el comercio global pase de un 6,9% en el 2006 a un 11,1% en el 2020. Si bien existen diversos factores que podrían explicar el excelente desempeño del sector, es importante resaltar el empuje que este recibe por los progresos tecnológicos de las TICs y el proceso de servificación de los bienes que insertan componentes de servicios en todos los eslabones de la cadena de valor en las distintas industrias.

Es por ello que el Departamento de Inteligencia de Mercados de Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo (PROMPERU) ha preparado este informe de vigilancia tecnológica de los servicios basados en conocimiento en el sector minero con énfasis en minería subterránea que permita conocer las tendencias tecnológicas principales, innovaciones y oportunidades para los exportadores.

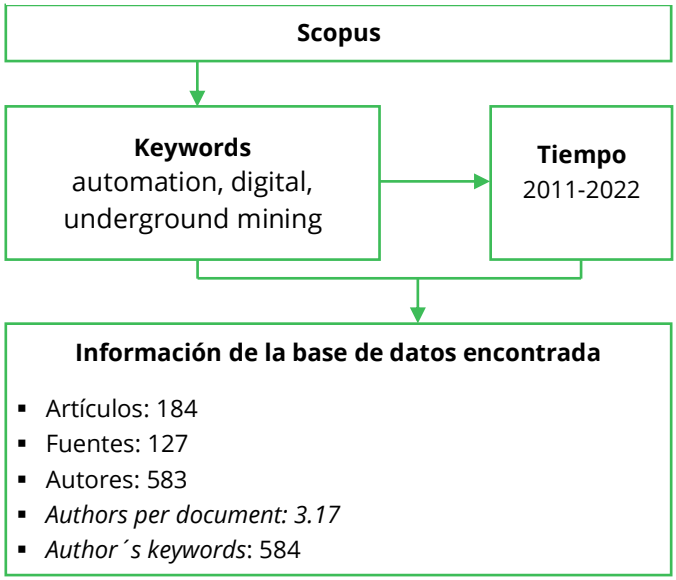
Digitalización del sector minero

A continuación se detalla el análisis de producción científica, tecnología, el financiamiento de proyectos de I+D+i, así como las innovaciones identificadas.

1. Análisis de Producción Científica

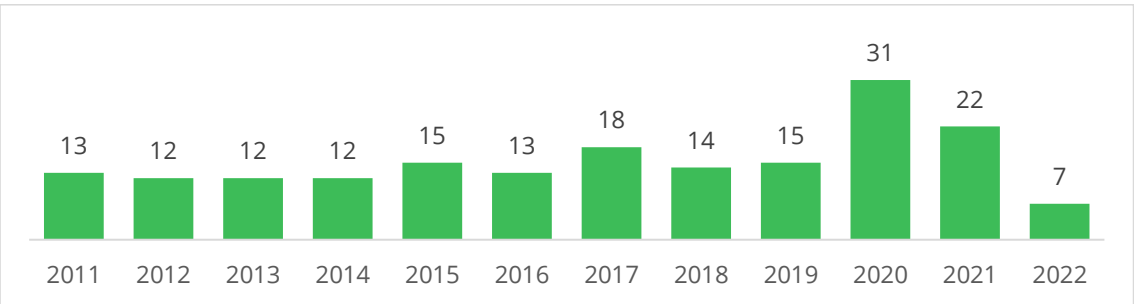
Con la finalidad de conocer los principales intereses en investigación relacionado con la digitalización del sector minero, se realizó un análisis bibliométrico, identificando tendencias de temas de investigación, países y actores. Para ello, se consideró como fuente principal a la base de datos de referencia bibliográfica Scopus, la cual pertenece a la empresa Elseiver. Luego, se identificaron y utilizaron las palabras claves: *automation, digital, underground mining*. Posteriormente, se establecio el intervalo de tiempo, el cual fue de los últimos 10 años; filtrando la búsqueda de artículos científicos en su etapa final sin hacer ningún tipo de discriminación por idioma. Se encontraron 184 artículos y se procedió con un análisis sobre esos artículos.

Figura 1. Ficha de datos y resultado de búsqueda



Se observa una producción científica casi constante en el periodo 2011-2022 con picos de publicaciones en los años 2017, 2020 y 2022.

Figura 2. Evolución de la producción científica



Fuente: Scopus, 2022

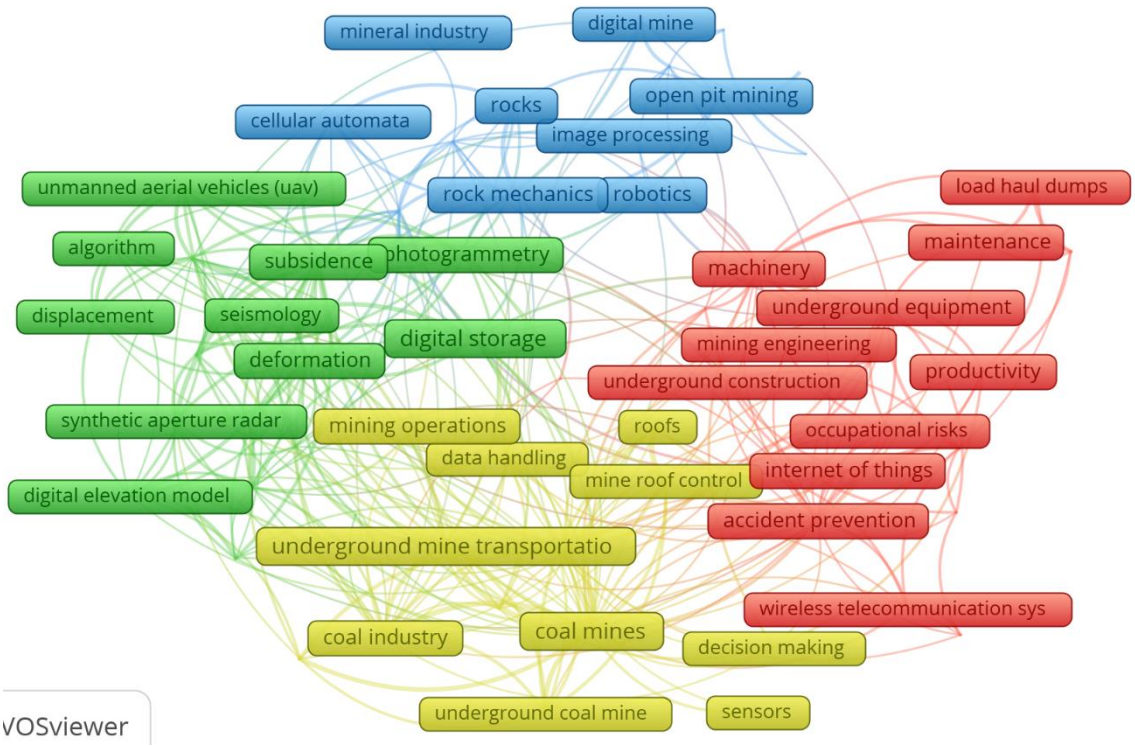
1.1. Temas de investigación

Como se observa en la figura 3, se han identificado cuatro principales temas de investigación: Prevención de Accidentes, Algoritmo, *Cellular Automata*, Mineria de Carbon.

La temática de ***prevención de accidentes*** está relacionado con temas como *Riesgo Ocupacional, Productividad, Maquinarias, Equipos y Construcción Subterránea, Sistemas de Comunicación e Internet de las Cosas.* ***Algoritmos***, es otra temática principal que se relaciona con *Digital Storage, Vehículo Aéreo No Tripulado, Digital Elevation Model, Desplazamiento, Sismología, Deformación, Hundimiento y fotogrametría*. El modelo matemático y computacional o ***Cellular Automata*** se relaciona con *Robótica, Procesamiento de Imagen, Minería Digital, Minería a Cielo Abierto, Industria Minera, Mecánica de Rocas y Rocas*. Por último, la ***Minería de Carbon*** se relaciona con temas de *Minería Subterránea, Transporte Minero Subterráneo, Operaciones Mineras, Control de Techo de Mina, Manejo de Datos, Sensor y Toma de Decisiones.*

La digitalización en minería subterranea muestra interés en investigación en cuatro aspectos claramente diferenciados. Generar conocimiento sobre sistemas de comunicación e integrar dispositivos, equipos y maquinarias para mejorar la productividad teniendo en cuenta la seguridad de los trabajadores. Otra temática de interés está en el modelamiento digital y medición del terreno considerando las fallas, sismología, hundimiento y deformaciones. Un tercer tema de interés está en el modelamiento matemático y computacional en minería considerando la mecánica de rocas. Por último, la minería subterránea, la toma de decisiones y sus operaciones como el transporte, el control de techos.

Figura 3. Co-ocurrencia de palabras clave de la producción científica

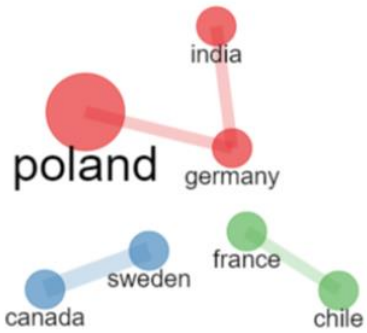


Fuente: Scopus, 2022

1.2. Países

Cuando revisamos la colaboración para la investigación, se identifica en la figura 4, dos relaciones bilaterales como es el caso de Canadá y Suecia quienes muestran una fuerte relación y se traduce en mayor cantidad de publicaciones cientificas; otra relación bilateral es Francia y Chile. Además, se aprecia una cluster entre Polonia, Alemania e India, destacándose Polonia por su mayor número de publicaciones científicas.

Figura 4. Colaboración de los países en producción científica



Fuente: Scopus, 2022

1.3. Actores

Al revisar los 10 principales institutos de investigación en el tema, se idenfica a tres institutos de Polonia la producción científica acumulando 59 publicaciones, seguido por China con tres institucione acumulando 51 publicaciones, La institución Sueca se destaca en un tercer lugar por su producción.

Tabla 1. Principales institutos de investigación

País	Instituto	Artículos
Polonia	*AGH University of Science and Technology*	26
Polonia	*Wroclan University of Science and Technology*	26
Suecia	*Lulea University of Technology*	26
China	*Central South University*	23
China	*China University of Mining and Technology*	20
China	*University Science and Technology Beijing*	18
Australia	*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation*	10
Rusia	*Mining Institute, Kola Scientific Centre*	10
Australia	*Curting University*	9
Polonia	*KGHM Cuprum Research and Development Centre*	7

Fuente: Scopus, 2022

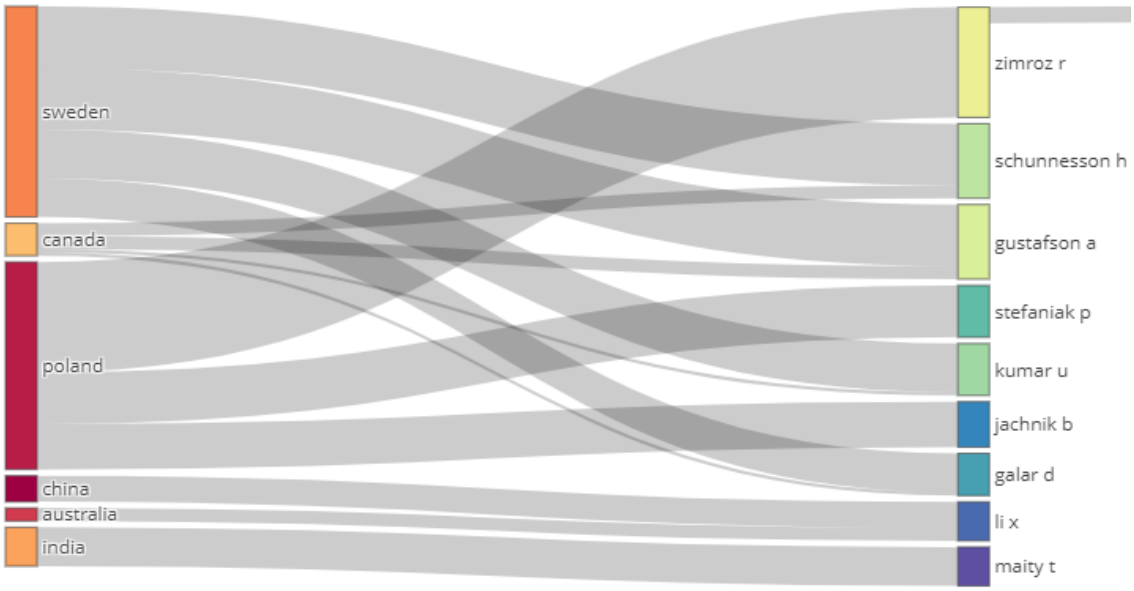
Respecto a la colaboración entre organizaciones relevantes entre instituciones, se destaca la relación bilateral entre *Lulea University of Technology* de Suecia con *Université Laval* de Canadá

Figura 5. Colaboración entre universidades

Fuente: Scopus, 2022

Ahora si relacionamos a los principales países y autores, encontramos colaboraciones entre Suecia y Canadá a cargo de los investigadores *Schunnesson H., Gustafson A., Kumar U.* y *Galar D*. También, se puede destacar a *Li X*. que muestra colaboraciones con Australia.

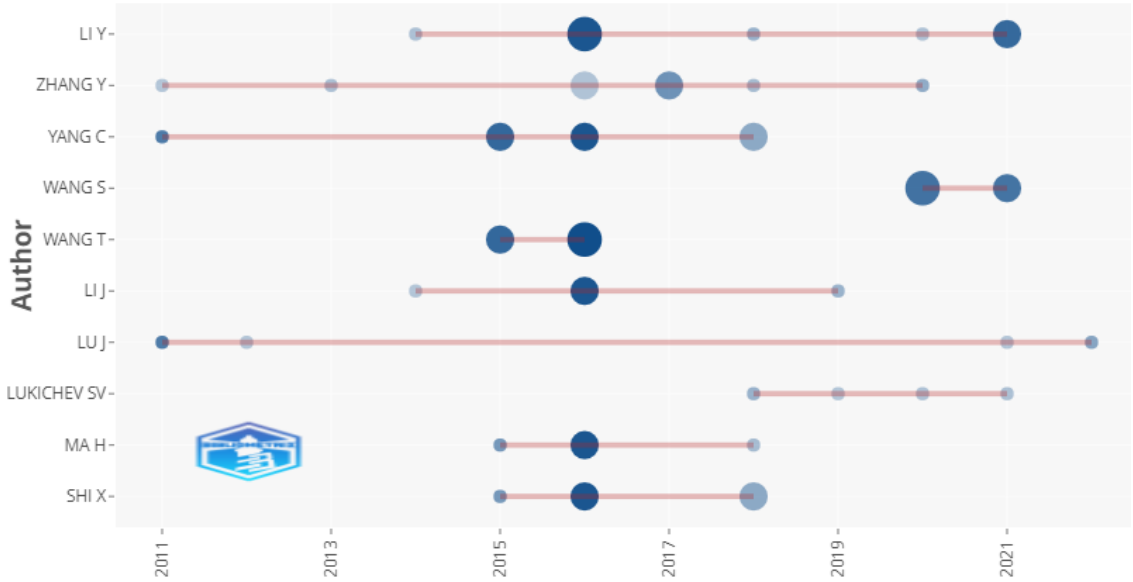
Figura 6. Relación entre principales países y autores



Fuente: Scopus, 2022

Por otro lado, si vemos el comportamiento de la producción científica de los principales autores, en la Figura 7, podemos destacar la constancia en publicaciones de *Li Y., Zhang Y., Lukichev Sv.* y *Yang C.* Además, autores como *Wang S.* y *Lu J.* se sumaron a la investigación desde el 2020.

Figura 7. Evaluación de producción científica por principales autores



Fuente: Scopus, 2022

1.4. Articulos de investigación de impacto

A continuación, se detalla los cinco artículos de mayor impacto en la producción científica de los últimos diez años, considerando el número de citas de dichos artículos como criterio de prioridad.

Descriptores: Año | Autor | Título del artículo | Link | Cita[1]
2017 | Pathegama G. et al.| ***Opportunities and Challenges in Deep Mining: A Brief Review*** | doi: https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.04.024 | Citas: 138 Descripción: Este documento de revisión presenta el estado global actual de la minería profunda y destaca algunos de los logros y oportunidades tecnológicas más recientes asociados con la mecánica de rocas y la ingeniería geotécnica en la minería profunda.
2014 | Moridia et al | ***An investigation of underground monitoring and communication system based on radio waves attenuation using ZigBee*** | doi: https://doi.org/10.1016/j.tust.2014.05.011 | Citas: 48 Descripción: En este estudio, se evalúan las redes de sensores inalámbricos (WSN) comunes para su aplicación en minas subterráneas y se demuestra por qué el rendimiento de la red ZigBee es adecuado para dichos entornos. Se investiga la atenuación de las ondas de radio ZigBee para evaluar el rango de comunicación estable entre los nodos ZigBee en túneles rectos y curvos en un escenario de mina real.
2013 | Gustafson et al | ***The influence of the operating environment on manual and automated load-haul-dump machines: a fault tree analysis*** | doi: https://doi.org/10.1080/1755182X.2011.651371 | Citas: 36 Descripción: En este estudio, se refinaron e integraron datos de procesos y datos de mantenimiento en tiempo real de una mina subterránea en Suecia. El estudio tiene en cuenta la complejidad del entorno de la mina, analiza los factores que deben considerarse al optimizar y automatizar la operación y utiliza el análisis de árbol de fallas (FTA) para analizar el tiempo de inactividad.
2012 | Hongpeng et al | ***Automatic guidance of underground mining vehicles using laser sensors*** | doi: https://doi.org/10.1016/j.tust.2011.08.007 | Citas: 35 Descripción: Este artículo analiza las características de los métodos de posicionamiento comúnmente utilizados dado que los métodos ordinarios de posicionamiento y navegación no funcionan de manera efectiva bajo tierra. Describimos la composición y los principios en la guía subterránea de vehículos autónomos utilizando el sistema de posicionamiento basado en láser. Este sistema es único en el sentido de que se basa en la premisa de la teoría del código de barras, que permite un sistema de navegación relativa factible incluso sin GPS.

[1] Cada uno de los registros presenta los descriptores indicados en el orden señalado, seguido por una descripción breve del contenido del artículo.

Descriptores: Año | Autor | Título del artículo | Link | Cita[1]

2015 | Carrel et al. | ***Quantifying transit travel experiences from the users' perspective with high-resolution smartphone and vehicle location data: Methodologies, validation, and example analyses*** | doi: https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.03.021 | Citas: 31

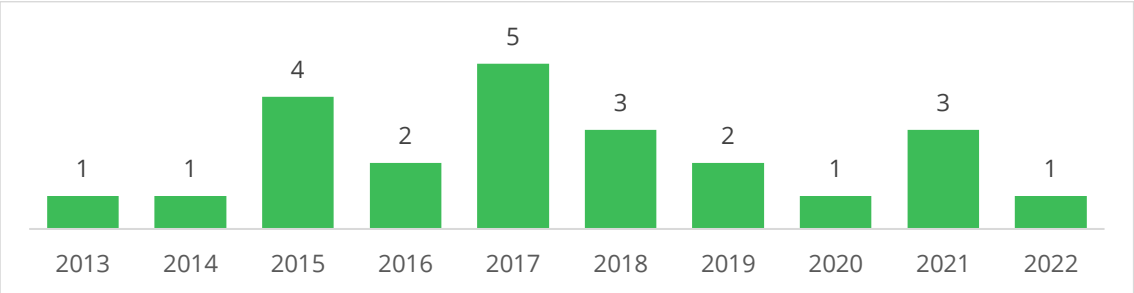
Descripción:
Se presentan enfoques para procesar datos de ubicación de teléfonos inteligentes relativamente escasos en redes de tránsito densas con muchas rutas de autobús superpuestas, distinguir esperas y transferencias de actividades no relacionadas con viajes y rastrear viajes subterráneos en una red de Metro. La información derivada permite una variedad de análisis y aplicaciones, incluido el desarrollo de medidas de rendimiento centradas en el usuario. Se presentan los resultados de una implementación y despliegue del sistema en la red Muni de San Francisco. Basado en 103 viajes de pasajeros reales en tierra, se encuentra que la precisión de detección es de aproximadamente 93%.

2. Análisis de Tecnología

Con el objetivo de identificar los principales intereses en desarrollo de tecnologías relacionado con la digitalización de la minería subterranea, se realizó un análisis identificando principales campos de patentes, países y actores. Para ello, se trabajó con PATENTSCOPE, una base de datos que permite realizar búsquedas entre más de 100 millones de documentos de patentes, que incluyen 73 colecciones nacionales y regionales de patentes; así como, las solicitudes internacionales de patente en virtud del *Tratado de Coorperación en materia de Patentes* (PCT, por sus siglas en ingles).

Se generaron ecuaciones de búsqueda con las palabras clave: *digital* y *underground mining*, sobre el titulo y resumen de los documentos de invención, resultando una lista de 35 documentos. A partir de estos resultados se procedió con un análisis de producción de tecnología.

Figura 8. Evolución de la producción de patentes

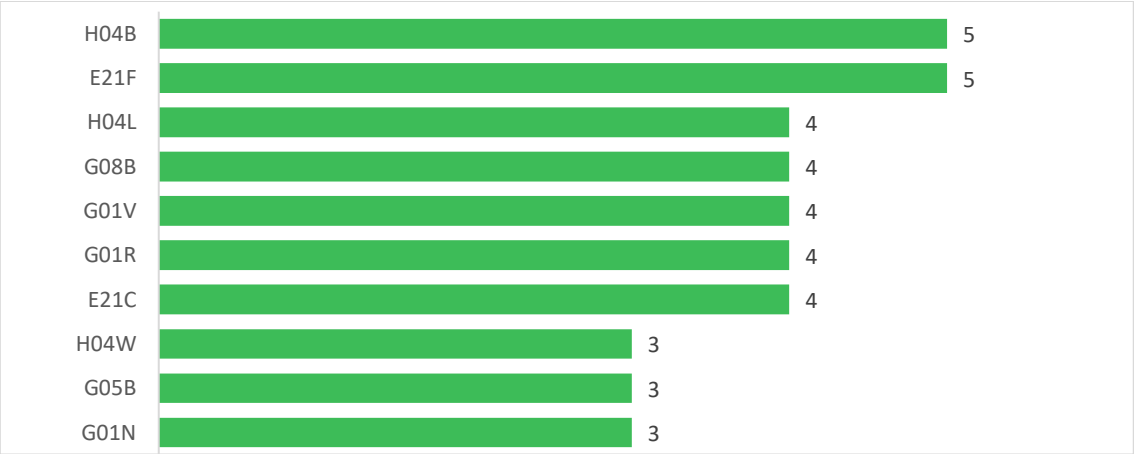


Fuente: Patentscope, 2022

2.1. Tendencia de patentes

Según la Clasificación Internacional de Patentes (IPC), se aprecia que el sector minero concentra su interés en la subclase **G01** (*measuring; testing*) relacionada a la medición, instrumentos de medición y otros dispositivos de registro. Asimismo, se destaca la subclase **H04** (*electrical communication technique*) que comprende invenciones sobre sistemas de comunicación eléctrica. En especial se destaca la subclase **H04B** relacionado a la transmisión de información y la **H04L** relacionado a la transmisión de información digital.

Figura 9. Principales campos de patentes, segun IPC



Fuente: Patentscope, 2022

2.2. Países

La producción de patentes relacionados con la digitalización de la minería subterranea muestra un liderazgo de China, seguido en menor medida por Australia, Alemania, India y Estados Unidos.

Figura 10. Principales países que registran patentes

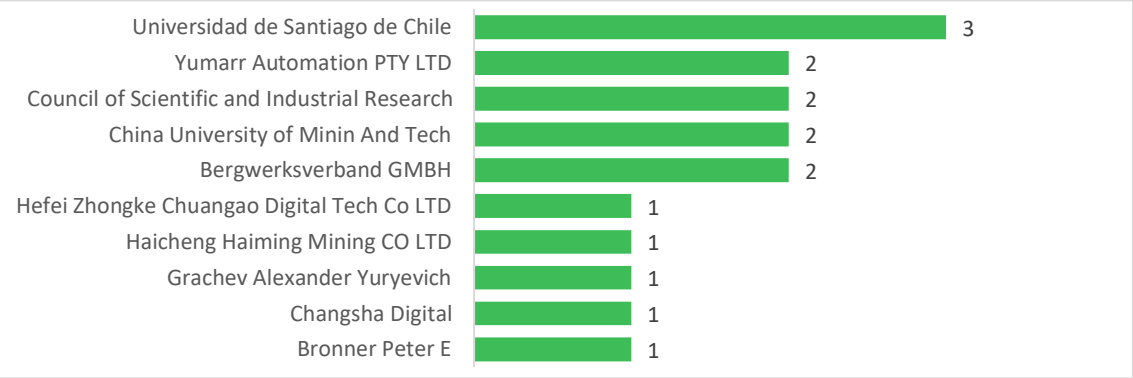
Fuente: Patentscope, 2022. Nota: PCT – Tratado de Coorperación en materia de Patentes. Valor: Número de patentes totales del periodo 2013-2022.

2.3. Actores

Se aprecia una concentración de registro de patentes solicitadas por tres instituciones de investigación: Universidad Santiago de Chile, *Council of Scientific and Industrial Research* y *China University of Minin and Tech*.

YUMARR Automatización Pty Ltd (https://bit.ly/3b1wmZj) es une empresa australiana que fabricación maquinaria automatizadas.

Figura 11. Principales organizaciones patentadoras



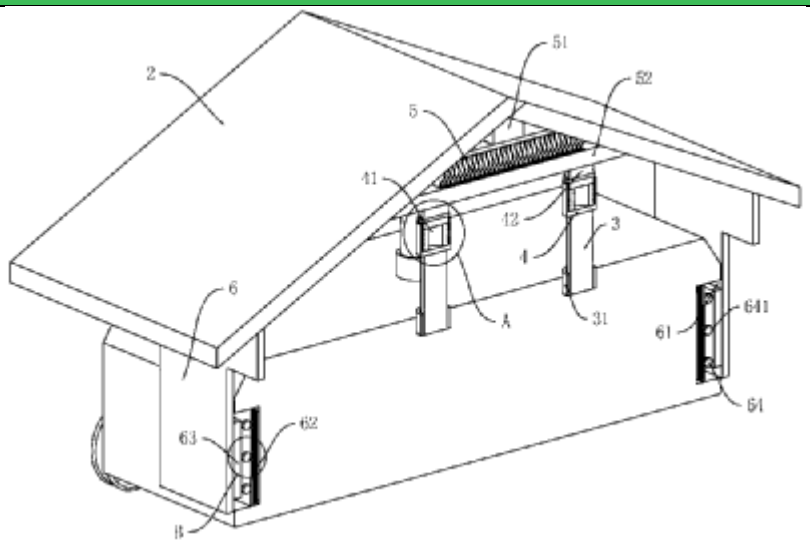
Fuente: Patentscope, 2022.

2.4. Principales patentes

A continuación, se describe las cinco últimas patentes relacionadas con la digitalización de la minería subterranea.

Descriptores: Fecha publicación | Registro | Titulo | Solicitante | Inventor | Código IPC | País
Ene 2022 | EN 202011029344 | ***Digital Mine using Internet of Thing*** | Solicitante: Council of Scientific and Industrial Research | Inventor: Chaulya Swades Kuma, et al. | CIP: G06Q; E21F; G06N; E21D | India
Nov, 2021 | CN113673113 | ***Simulation method based on GIS and Modelica Digital Modeling and Related*** | Solicitante: SuZhou Tongyuan Software & Control Technology CO.LTD. | CIIP: G06F 30/20; G06T 17/00; G06F 111/04; G06F 119/14 | China
Mar, 2021 | CN212676577 | ***Centralized power supply device of large underground mining digital mine system*** | Solicitante: Haicheng Haiming Mining CO. LTD | Inventores: Zhan Jingbin; Jin Yusheng; Luo Fengmeng | CIP: H01R 35/00; H01R 25/00; H01R 13/72; H01R 13/502; H01R 13/52 | China
Ene, 2021 | CN112276963 | ***Safety inspection robot for underground mine*** | Solicitante: Hefei Zhongke Chuangao digital Technology CO. LTD. | Inventor: Dou Shaoxiao | CIIP: B25J 11/00; B25J 5/00; B25J 19/00 | China

Descriptores: Fecha publicación|Registro| Titulo | Solicitante | Inventor| Código IPC | País



Mar 2020 | AU2020201817 | ***Apparatus arrangement and method for securing a danger zone of an underground mining machine*** | Solicitante: YUMARR Automation Pty Ltd | Inventores: Cardinal, Evan; Dittmer, Martin; Günther, Nicky; Salow, Holger | CIIP: G01S 17/02; E21C 41/16; E21F 11/00 | Australia

May 2019 | MX2018008205| ***Sistema y método de comunicación a través de luz visible para túneles subterraneos*** | Solicitante: Universidad Santiago de Chile | Inventores: Ismael Soto, Carolina Lagos | CIIP: H04B 10/116| México

3. Proyectos I+D+i

Además de la producción científica y de patentes se realizó una revisión del financiamiento en proyectos relacionados con la digitalización del sector minero en Europa. Para ello se realizó una búsqueda de proyectos financiados por el programa Horizonte 2020 en el Servicio de Información Comunitario sobre Investigación y Desarrollo (CORDIS).

De los últimos cinco proyectos identificados con el tema, observó una orientados hacia el desarrollo de robots para extracción de mineral; implementación de internet industrial de las cosas; sistema de retroalimentación de datos en tiempo real; sistemas de minería inteligente y sostenible.

A partir de estos proyectos podemos apreciar una orientación a desarrollar tecnologías de extracción remotas y un sistema de recolección de datos durante la actividad extractiva, así como el desarrollo de minería inteligente y sostenible.

Descriptores: Fecha cierre | Acronimo | Titulo | Periodo de ejecución | Financiamiento | País | Link

Noviembre 2023 | ROBOMINERS | ***Resilient Bio-inspired Modular Robotic Miners*** | Periodo de ejecución: Junio 2019 – Noviembre 2023 | Financiamiento: € 7 445 900 | País: España | https://cordis.europa.eu/project/id/820971

Descripción:
ROBOMINERS probará la capacidad de minería y la resiliencia del prototipo en una variedad de escenarios. Demostrará la capacidad de la nueva tecnología para acceder a materias primas minerales de fuentes nacionales que de otro modo serían inaccesibles o poco económicas.

Agosto 2023 | illuMINEation | ***illuMINEation --- Bright concepts for a safe and sustainable digital mining future*** | Periodo de ejecución: Setiembre 2020 – Agosto 2023 | Financiamiento: € 8 863 685 | País: Austria | https://cordis.europa.eu/project/id/869379 |

Descripción:
El proyecto establecerá una robusta plataforma de internet industrial de las cosas IIdC distribuida en varios niveles que se basará en grandes redes de sensores con capacidad de comunicación inalámbrica. Las interfaces de usuario avanzadas, los tableros de control y las aplicaciones de realidad virtual y realidad aumentada permitirán optimizar el flujo de información. Un exhaustivo enfoque de ciberseguridad garantizará que todos los datos estén correctamente protegidos.

Abril 2020 | SIMS | Sustainable Intelligent Mining Systems | Periodo de ejecución: Mayo 2017 – Abril 2020 | Financiamiento: € 16 139 600 | País: Suecia | https://cordis.europa.eu/project/id/730302

Descripción:
SIMS tiene como objetivo desarrollar, probar y demostrar nuevas tecnologías innovadoras dentro del consorcio designado, que consiste en operaciones mineras bien desarrolladas, seleccionadas debido a su madurez con respecto a tecnologías innovadoras, proveedores de equipos y sistemas líderes en el mundo, PYME altamente especializadas y universidades de primera clase. El consorcio se origina en la asociación EIT Raw Materials, y se ha unido a esta propuesta debido a los desafíos y necesidades comunes.

Marzo 2019 | Real-Time-Mining | ***Real-time optimization of extraction and the logistic process in highly complex geological and selective mining settings*** | Periodo de ejecución: Abril 2015 – Marzo 2019 | Financiamiento: € 6 566 702,50 | País: Paises Bajos | https://cordis.europa.eu/project/id/641989

Descripción:
Real-Time Mining desarrollará un bucle de control de retroalimentación de procesos en tiempo real que vinculará rápidamente los datos en línea adquiridos durante la extracción en el frente de minería con un modelo de recursos actualizable secuencialmente asociado con la optimización en tiempo real de la planificación a largo plazo, la secuenciación a corto plazo y decisiones de control de producción.

Octubre 2019 | UNEXMIN | ***Autonomous Underwater Explorer for Flooded Mines*** | Periodo de ejecución: Febrero 2016 – Octubre 2019 | Financiamiento: € 4 862 865 | País: Hungría | https://cordis.europa.eu/project/id/690008

Descripción:
Este proyecto desarrollará un novedoso sistema robótico para la exploración y el mapeo autónomos de las minas inundadas de Europa. El Robotic Explorer (UX-1) utilizará métodos no invasivos para el mapeo autónomo de minas en 3D para recopilar información geológica y mineralógica valiosa. Esto abrirá nuevos escenarios de exploración para que las decisiones estratégicas sobre la reapertura de las minas abandonadas de Europa puedan estar respaldadas por datos actualizados que no se pueden obtener de ninguna otra manera.

---

4. Innovaciones

En esta sección se identificaron aplicaciones novedosas de los sistemas tecnológicos, nuevas empresas/startup e inversiones captadas por startup latinoamericanas relacionadas con la digitalización de la minería subterránea.

4.1. Aplicaciones

A partir de la revisión de noticias desde el 2021 hasta junio 2022, se identificarón diversas aplicaciones de sistemas tecnologicos en la minería subterránea:

Sistema Tecnológico		Aplicaciones
	Inteligencia Artificial	• Interpretación de datos • Mapeo subsuperficial • Vigilancia automatizada • Prevención de accidentes • Optimización de operaciones
	Computación en la Nube	• Sistemas para prevención de riesgos • Sistemas para simulación
	Autonomous Robots	• Automatización de tareas
	Internet de las cosas	• Mantenimiento predictivo • Optimización de operaciones
	Realidad Mixta	• Dispositivo de realidad aumentada • Simulación de muro de explosión • Plataformas de aprendizaje
	Blockchain	• Monitoreo de la cadena de valor • Acceso a la inversión
	Digital Twins	• Prevención de colisiones • Simulación y optimización de operaciones

A continuación, se describe casos y noticias relacionadas con aplicaciones digitales en el sector minero con énfasis en la minería subterránea.

4.1.1. Inteligencia Artificial

Aplicación: Interpretación de datos

Soporte inteligente en la interpretación de datos

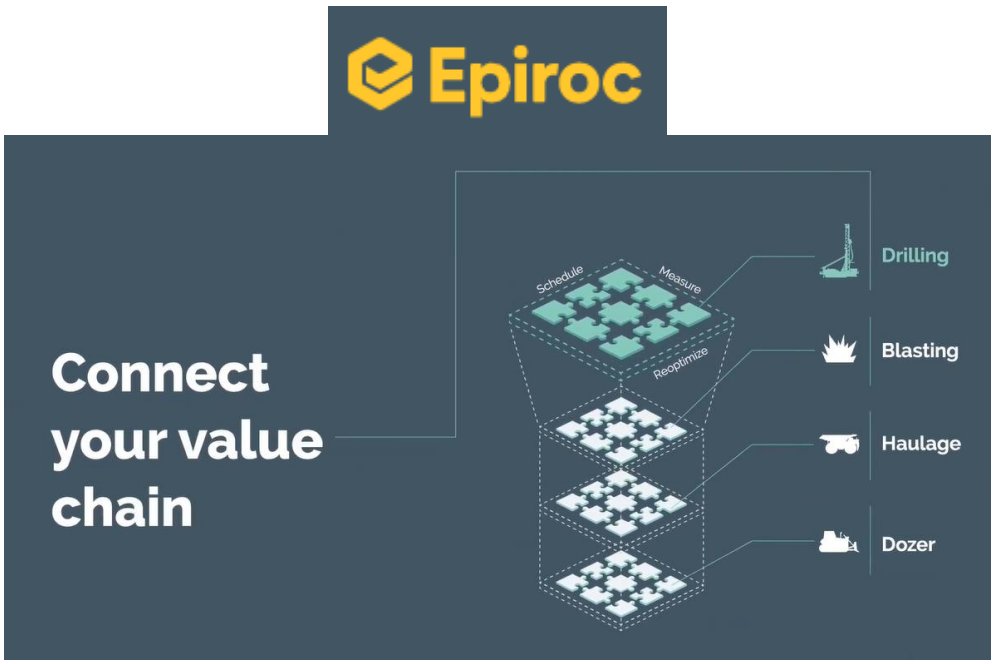
Ai.DA es una herramienta de monitoreo de software basada en IA con procesamiento inteligente de datos de radar para apoyar a los profesionales geodésicos en la toma de decisiones. Esta solución, busca simplificar la identificación de movimientos a partir de posibles ruidos residuales a través de una evaluación de consistencia de la tendencia de movimiento detectada con comportamientos y modelos típicos de inestabilidades de pendiente.

HEXAGON

Mayor información: https://bit.ly/3N9gAt2

Epiroc una empresa sueca lanzo un paquete de software de perforación denominado "Mobius for Drills" que utiliza IA para consolidar y analizar datos de sensores para ayudar en la toma de decisiones.

Mobius for Drills es compatible con diversos taladros y puede utilizar un sistema de gestión de flotas o integrarse a un sistema existente de mina. Tiene como objetivo crear una plataforma única para que todas las partes interesadas dentro de la operación de perforación naveguen rápidamente por los datos, los filtren según sus necesidades y agilicen el proceso de toma de decisiones.



Mayor información: https://bit.ly/3Hw9D3T

Aplicación: Mapeo Subsuperficial

Mapeo subsuperficial no intrusivo con IA

Exodigo es una plataforma de imágenes subsuperficiales no intrusivas, que proporciona un mapa digital geolocalizado en 3D de activos enterrados. Combina la fusión multisensor y la inteligencia artificial para mejorar la precisión y el tiempo de mapeo, reduciendo daños y costos asociados con la excavación.

Mayor información: https://www.exodigo.com/

KoBold ha desarrollado una tecnología que utiliza técnicas de inteligencia artificial y computación en la nube para predecir la composición del subsuelo. Su plataforma TerraShed agrega y estructura vastas colecciones de datos científicos y los pone rápidamente a disposición para su análisis. Dicho análisis con inteligencia artificial permite predecir la composición del subsuelo estadísticamente válida.

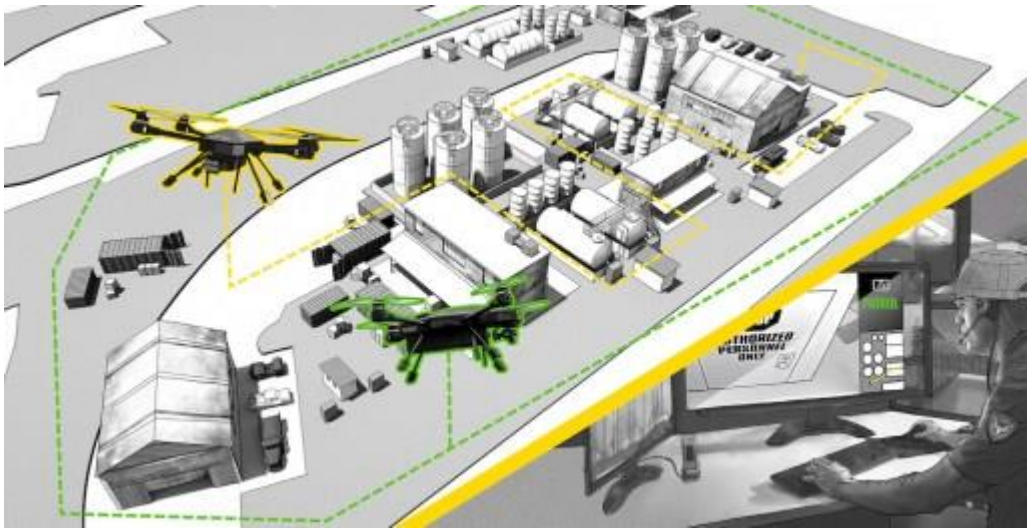
Mayor información: https://www.koboldmetals.com/

Aplicación: Vigilancia automatizada

Patrullaje aéreo automatizado

Xpatrol, es un servicio de patrullaje aéreo que consiste en ofrecer una solución de equipos para operaciones remotas automatizadas, donde el dron es el "medio" para la operación de clientes que buscan monitoreo y seguridad de activos.

El sistema consta de un dron, módulos de comunicación, estación meteorológica y un software especializado. De esta manera, todas las operaciones quedan registradas, dando al operador la capacidad total para monitorear el área desde todos los ángulos.



Mayor información: https://bit.ly/3tbeguk | https://xmobots.com.br/xpatrol/

Aplicación: Prevención de accidentes

Modelo que busca reducir accidentes por fatiga

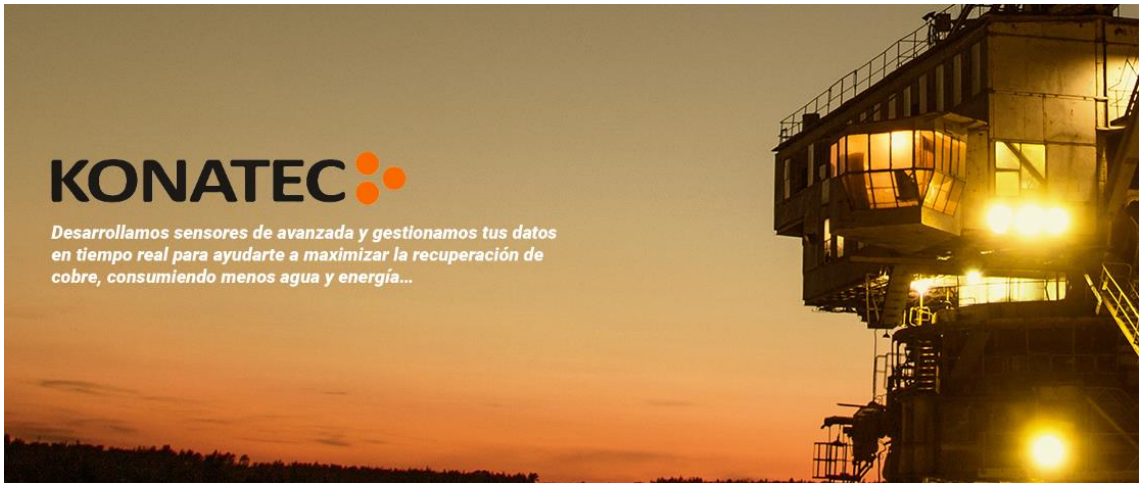
SOMNI, el sistema desarrollado por ITAA, mediante controles entrenados con IA, permite reducir los riesgos de accidentes de conductores en industrias como minería. Utilizando modelos bio-matemáticos y un test de psico vigilancia, el sistema monitorea la fatiga humana, buscando reducir los peligros de accidentes y los problemas productivos que estos pueden acarrear a las organizaciones.

Mayor información: https://bit.ly/3tcTCK6 | https://bit.ly/3A692UY

Aplicación: Optimización de operaciones

IA para ahorrar agua en la minería

Khreo es una tecnología que permite medir en tiempo real el flujo y deformación de los minerales mineros para que se consuma solamente el agua necesaria en sus procesos. Se trata de un sensor de avanzada que mide los parámetros de la pulpa mineral en tiempo real y a partir de ello, entrega la posibilidad al equipo de gestionar los datos y procesarlos por medio de modelos de IA.



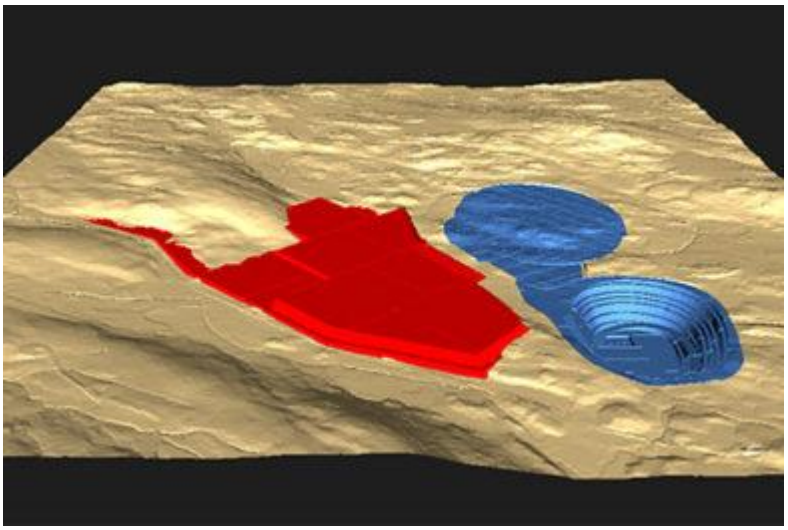
Mayor información: https://bit.ly/3PXjO5h | https://kona-tec.com/

4.1.2. Computación en la nube

Aplicación: Sistemas para simulación

Combinación de programación para análisis de huella ambiental

Maptek y Minviro han combinado sus tencologías para permitir a las empresas mineras desarrollar múltiples escenarios optimizados de movimiento de materiales, a través de un análisis de impacto ambiental.



Mayor información: https://bit.ly/3HvETjA

Aplicación: Sistemas para prevención de riesgos

Prevencion de riesgos en tiempo real

MinCept es un sistema basado en SaaS que utiliza un mapeo 3D avanzado de alta definición en tiempo real y tecnología de posicionamiento preciso, basada en alimentación visual en el lugar de GPS, para proporcionar un conocimiento completo de la situación del entorno circundante de la máquina mediante referencias cruzadas de información de diferentes sensores y una gama de algoritmos de procesamiento de imágenes y de Deep Learning.

Mayor información: https://bit.ly/39wWL0X | https://www.ception.ai/

4.1.3. Robots Autonomos

Aplicación: Automatización de tareas

Rokid muestra su completa solución empresarial AR y gafas AR galardonadas en AWE 2022

Rocketbot es una plataforma de RPA (Robotic Process Automation) para la creación de robots digitales que permite automatizar tareas digitales, es decir trabaja con archivos y datos almacenados.

ROCKETBOT

Mayor información: https://bit.ly/3avmCpX | https://www.rocketbot.com/

4.1.4. Internet de las Cosas

Aplicación: Mantenimiento predictivo

Mantenimiento predictivo en mineria

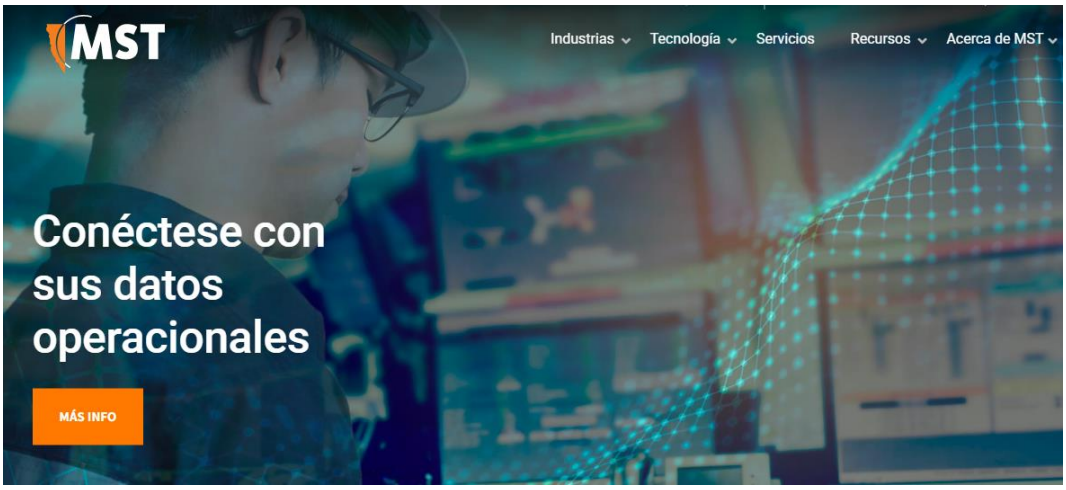
Dingo ofrece una solución para el mantenimiento predictivo de equipos pesados en minería, este sistema comprende un análisis predictivo que utiliza datos para anticipar el uso de energía y los procesos. La solución tiene tres elementos principales: dispositivos y sensores conectados; computación en la nube y software; Modelos predictivos.

Mayor información: https://bit.ly/3O3gxjD | https://dingo.com/

Aplicación: Optimización de operaciones

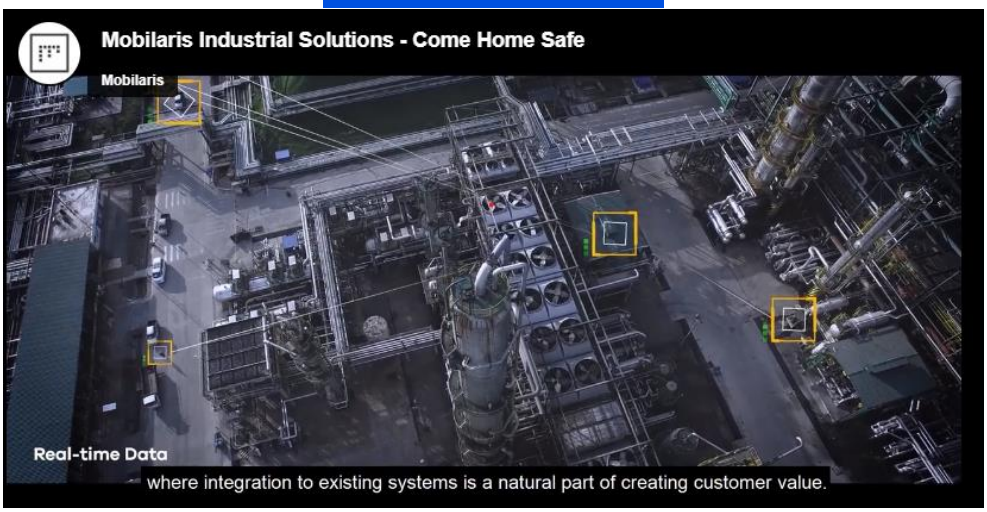
Optimización de operaciones en minería subterránea

Mine Site Technologies Pty Ltd, es un proveedor de plataformas de optimización operativa para minería subterránea que aprovecha los dispositivos de comunicación y sistemas de seguimiento de la posición de operadores y equipos, aprovechando sistemas de comunicación de banda ancha de fibra óptica. Las soluciones de la compañía ofrecen una plataforma para visualizar y monitorear el entorno de la minería subterránea y permiten el control desde un centro de operaciones remoto, optimizando así las operaciones mineras



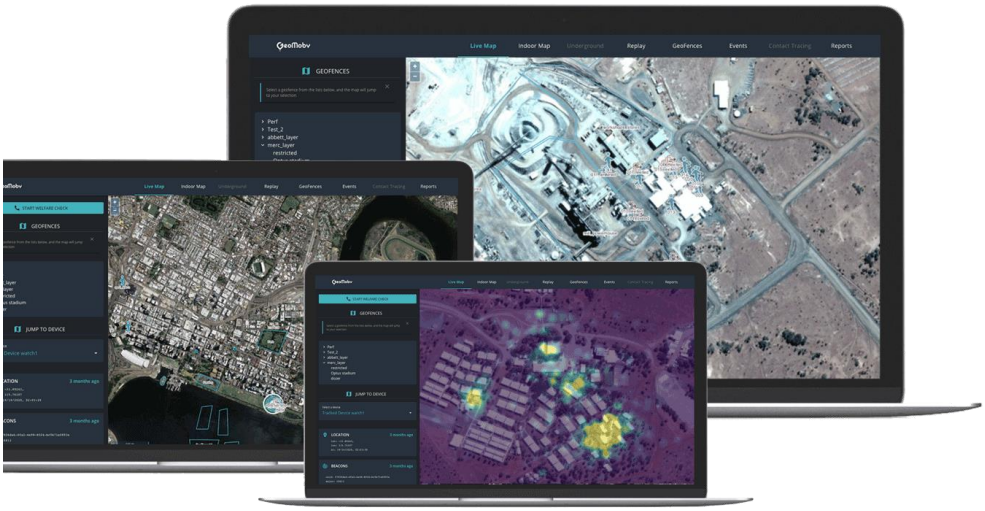
Mayor información: https://bit.ly/3OimqsM | https://mstglobal.com/es/home/

Widefind tiene UWB (Ultra Wideband) una tecnología que permite determinar la distancia, los movimientos y las posiciones de máquinas, personas y vehículos con muy alta precisión y confiabilidad, con una amplia gama de usos como advertir a las personas que se acercan a máquinas peligrosas o área prohibidas en minas subterráneas.



Mayor información: https://bit.ly/3MVHBzZ | https://mobilarisindustrialsolutions.se/

GeoMoby, es una empresa que desarrolla balizas inalámbricas, sin cables y reutilizables para geocercar sitios, rastear activos y controlar la fuerza laboral, proporcionando una capa de seguridad y eficiencia. Las capacidades de Bluetooth permiten a las empresas mineras alcanzar una conectividad óptima sin tener que detener las operaciones, la tecnología permite la transferencia de flujos de audio y video en vivo a la superficie en tiempo real.



Mayor información: https://bit.ly/3b4dfxZ | https://bit.ly/3OH9BbJ

4.1.5. Realidad Mixta

Aplicación: Dispositivo de realidad aumentada

Rokid muestra su completa solución empresarial AR y gafas AR galardonadas en AWE 2022

El primer dispositivo MR a prueba de explosiones del mundo, aprobó el certificado ATEX Zona 1 y recibió un premio de diseño por su aplicación en entornos de trabajo peligrosos. Está equipado con un algoritmo de IA y tecnología AR que permite a los trabajadores de primera línea actualizar la información automáticamente y aumentar la eficiencia del trabajo.

Mayor información: https://bit.ly/3OhrLAC | https://www.rokid.ai/

Aplicación: Simulación de muro de explosión

Cómo la realidad virtual y aumentada están revolucionando la industria minera

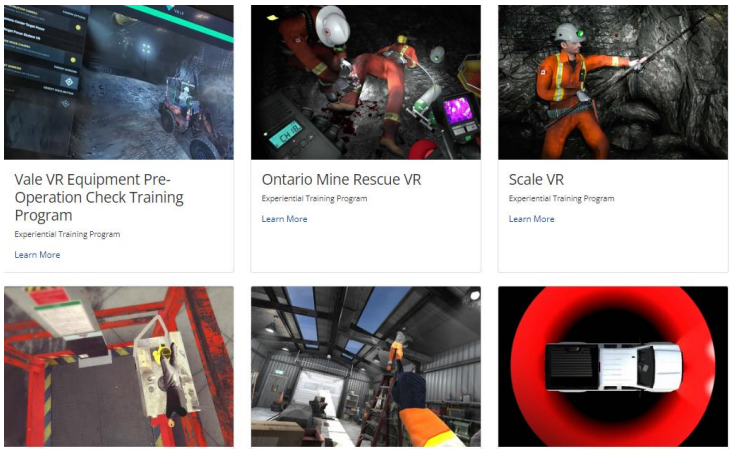
Simulated Training Solutions, que es una empresa sudafricana, creó el primer muro de explosión de realidad virtual en 2016. Este muro de explosión de realidad virtual se instaló en Zambia en las minas de cobre de Mopani. Desde que se instaló este primer muro, se han instalado otros dos en lugares de Sudáfrica y se está creando un tercero. Estos muros virtuales son una representación muy cercana de lo que enfrentarán los mineros cuando trabajen en el mundo real. Esto significa que la tecnología virtual está brindando una capacitación laboral extremadamente efectiva para los mineros.

Mayor información: https://bit.ly/3zOr7GO | https://sts3d.co.za/

Aplicación: Plataformas de aprendizaje

AR puede abordar las preocupaciones de salud y seguridad que enfrenta la industria minera

Varias empresas, incluidas Anglo American, Glencore, Rio Tinto e Hindalco Industries, ya emplean capacitación basada en AR. Anglo American, por ejemplo, gastó $90 millones en capacitación en 2019, lo que incluyó el lanzamiento de una plataforma **LEARN+** que incluía experiencias de aprendizaje AR para capacitar al personal. **JFE Steel** vio otro uso exitoso de la capacitación basada en AR en 2020, con la instalación de un simulador de capacitación de realidad mixta en su sitio de West Japan Works en el distrito de Fukuyama. Vale se asoció con **NORCAT** para desarrollar más programas de aprendizaje mixto para la industria minera a fin de capacitar y mejorar las habilidades de los mineros. NORCAT es un centro de tecnología e innovación canadiense sin fines de lucro que ve los programas de aprendizaje virtuales y AR como el futuro de la capacitación en el sector minero.



Mayor información: https://bit.ly/3zOr7GO | https://www.norcat.org/

AVIT MINING es una plataforma similar a la de un video juego, en donde el operario y/o alumno es capaz de aprender procedimientos de operación, mantenimiento y seguridad en una faena virtual. Se realizan procesos de inducción, entrenamiento y evaluación, a través de capacitaciones inmersivas, con foco en la operación y mantención de equipos fijos en faenas, haciendo énfasis a la prevención de riesgos y el trabajo seguro.

Mayor información: https://www.austral3d.com/

4.1.6. Blockchain

Aplicación: Monitoreo de la cadena de valor

Estas empresas están utilizando blockchain para mejorar el cumplimiento de ESG para la industria minera

Sentient Equity Partners se ha unido a la red XX para utilizar su ecosistema de cadena de bloques para publicar sus datos de cumplimiento de ESG de forma pública y transparente. Como parte de sus esfuerzos para aumentar la transparencia, Sentient también colaborará con C02 Labs y la red XX para desarrollar una plataforma para el cumplimiento de ESG en las operaciones mineras. Si bien ni *Sentient ni red XX* son nombres familiares en la industria de la cadena de bloques todavía, su colaboración marca un paso esencial en la integración de la tecnología de la cadena de bloques en la industria minera más amplia.

Mayor información: https://bit.ly/3tJgSQm | https://xx.network/

'Crypto Continent': el auge de las nuevas empresas africanas de blockchain

África está lista para ser el próximo centro de desarrollo de cripto y blockchain, a medida que surge un nuevo ecosistema de inicio para ayudar a resolver los desafíos más importantes de la región. Los actores de la industria minera han utilizado la capacidad de blockchain para hacer que el proceso logístico sea más transparente. En 2018, el gigante africano de la minería de diamantes De Beers lanzó Tracr , la primera red blockchain del mundo dedicada a monitorear el origen y la calidad de los diamantes a lo largo de la cadena de valor, lo que proporciona un registro inmutable de su procedencia.

Mayor información: https://bit.ly/3QsBTZe

Aplicación: Acceso a la inversión

¿Falta innovación en la industria minera? Metallika Inc. quiere ser un ejemplo diferente

El gran tamaño de las inversiones de capital requeridas significa que, a menos que tenga millones de sobra, la industria siempre estará en manos de los ricos y poderosos. Metallika Inc. quiere interrumpir esto integrando blockchain, contratos inteligentes y el muy aclamado concepto DAO. Utilizando tanto Ethereum como la cadena BNB, todos los datos sobre la operación, costos, estudios y exploración de Metallika, etc., se ponen a disposición de las partes interesadas. Esto significa que Metallika trabaja de forma totalmente transparente. El uso de blockchain también significa que los datos son inmutables y esto elimina las posibilidades de falsificación de informes, encuestas o cualquier otra documentación, brindando tranquilidad a las partes interesadas.

Mayor información: https://bit.ly/39FTFaK | https://metallika.io/

4.1.7. Digital Twins

Aplicación: Prevención de colisiones

CSIR trabajando en multitud de nuevas innovaciones para la industria minera, utilizando capacidades de clase mundial

CSIR ha desarrollado recientemente el Digital Twin para la prevención de colisiones de Trackless Mobile Machinery (TMM), que es una herramienta de perfil de seguridad para TMM en operaciones mineras a cielo abierto y subterráneas. Este Gemelo Digital se enmarca en el objetivo del CSIR de proporcionar soluciones de valor añadido y servicios de asesoramiento técnico , entre otros, en los ámbitos medioambiental , social y de gobierno corporativo (ESG) (como la descarbonización), economía circular, nuevas tecnologías innovadoras para minería como y, digital y automatización, análisis de big data y modelado predictivo respaldado por soluciones de seguridad cibernética apropiadas.

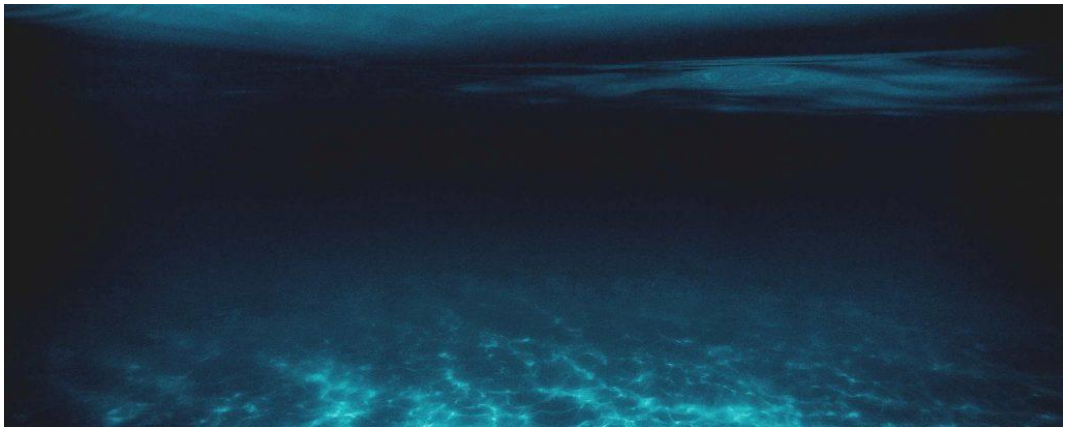
CSIR
Touching lives through innovation

Mayor información: https://bit.ly/3mZI4GA | https://www.csir.co.za/

Aplicación: Simulación y optimización de operaciones

Uso de gemelos digitales para visualización 3D de operaciones mineras en aguas profundas

Los nódulos polimetálicos contienen recursos críticos y se encuentran en vastas áreas del fondo del océano, con mayor abundancia en las profundidades abisales. Para enfrentar los desafíos de extraer estos nódulos, The Metals Company ha colaborado con Kongsberg Digital para crear gemelos digitales. En las profundidades abisales, hay oscuridad total, lo que hace que explotar este recurso sea un desafío. Los gemelos desarrollados por Kongsberg ayudarán a visualizar estos recursos, mejorando significativamente la eficiencia de la extracción, y constituyen un primer paso importante para una operación exitosa.



Mayor información: https://bit.ly/3b5G0u3 | https://kongsbergdigital.com/

Metso Outotec lanza gemelo digital

Metso Outotec ha lanzado Geminex, un gemelo digital que gestiona la variabilidad en las operaciones mineras y metalúrgicas. Geminex simula y optimiza las operaciones en los procesos minerales al obtener datos operativos de fuentes de datos internas y externas. La tecnología también se puede utilizar en procesos pirometalúrgicos e hidrometalúrgicos y utiliza modelos de proceso HSC, que ya se han implementado en cientos de procesos de desarrollo de diagramas de flujo de minerales.

Mayor información: https://bit.ly/39z8RGN | https://www.mogroup.com/portfolio/geminex/

4.2. Nuevas empresas y Startup

A continuación, se identifican nuevas empresas/startup destacadas en las noticias con ofertas relacionas a la digitalización de la industria minera, en el periodo 2021 hasta junio 2022.

Startup Internacionales

Tracr
Es una plataforma de trazabilidad distribuida centrada en la industria desarrollada para la industria del diamante que puede rastrear de forma segura un diamante a lo largo de la cadena de valor del diamante, desde la mina hasta el cortador y pulidor hasta el joyero.

País: Reino Unido
Operaciones: Africa
Web: https://www.tracr.com/
Nota: https://bit.ly/3xZXlYX

Rad.Data
Es un proveedor de servicios de imágenes espectrales basado en la nube, impulsado por un algoritmo superior y operado por geólogos espectrales. El servicio administra una base de datos espectral dinámica específica de depósito o mina que funciona como referencia en vivo para múltiples aplicaciones de sensores geometalúrgicos a lo largo de la cadena de valor, como exploración, mapeo de frente de mina, gestión de pilas de almacenamiento, clasificación de minerales y análisis de procesos.

País: Alemania
Operaciones: Argentina
Web: https://raddata.io/
Nota: https://bit.ly/3OlpKU1

Pitcrew Ai
Automatiza la inspección y el diagnóstico de vehículos con una tecnología operativa que utiliza sensores distribuidos y visión por computadora procesada en el borde para proporcionar datos en tiempo real para la toma de decisiones informadas.

País: Australia
Operaciones: No disponible
Web: https://pitcrew.ai/
Nota: https://bit.ly/39Fqapw

Exodigo
Es una plataforma de imágenes subsuperficiales revolucionaria y no intrusiva que proporciona un mapa 3D geolocalizado digital de activos enterrados. Combina la fusión de múltiples sensores y la inteligencia artificial para mejorar drásticamente la precisión y el tiempo de mapeo, lo que reduce los daños y los costos asociados con la excavación innecesaria.
País: Israel
Operaciones: No disponible
Web: https://www.exodigo.com/
Nota: https://bit.ly/3mXRdPX

Startup Lationamericanas

Muon Vision

Tecnología de rayos X transformadora y de penetración profunda para aumentar el rendimiento, la sostenibilidad y la seguridad del procesamiento de minerales, la fabricación de acero y los procesos industriales.

País: Chile
Operaciones: Chile, United States
Web: https://muonvision.com/es
Nota: https://bit.ly/3HxXFH0

Indimin

Es un asistente digital inteligente para productividad personalizada. Entrega feedback predictivo para eficiencia, seguridad y empoderamiento en los procesos y equipos de trabajo durante la operación cotidiana.

País: Chile
Operaciones: No disponible
Web: https://indimin.com/
Nota: https://bit.ly/3zKNXPF

Zyght

Es un software como servicio que entrega tecnología de punta para llevar de manera eficiente los procesos de gestión de riesgos y sustentabilidad en las gerencias de proyectos, operativas, de seguridad y salud ocupacional, empresas contratistas y consultores externos, a través de un sistema integrado que trabaja en concordancia con los estándares y normativas internacionales de múltiples industrias.

País: Chile
Operaciones: América Latina
Web: https://www.zyght.com/
Nota: https://bit.ly/3tIT6Up

5. Oportunidad

Con el fin de identificar las posibles "ventanas de oportunidad" se realizó una identicación de las aplicaciones digitales de las startups internacionales y latinoamericanas con las aplicaciones digitales detectadas en la revisión de noticias actuales. Esto permite tener un panorama sobre las aplicaciones que pueden ser desarrolladas por las empresas para diseñar nuevas soluciones o definir estrategias.

Sistema Tecnológico	Aplicación	Internacional	Latinoamérica
Inteligencia Artificial	Interpretación de datos		
	Mapeo subsuperficial	exodigo	
	Vigilancia automatizada		
	Prevención de accidentes		
	Optimización de operaciones		indimin
Computación en la Nube	Sistemas para prevención de riesgos		zyght
	Sistemas para simulación		
Autonomous Robots	Automatización de tareas		
Internet de las cosas	Mantenimiento predictivo		
	Optimización de operaciones	exodigo, pitcrew.ai	muonVISION
Realidad Mixta	Dispositivo de realidad aumentada		
	Simulación de muro de explosión		
	Plataformas de aprendizaje		
Blockchain	Monitoreo de la cadena de valor	tracr	
	Acceso a la inversión		
Digital Twins	Prevención de colisiones		
	Simulación y optimización de operaciones		

Fin.

6. Anexos

A continuación se detalla una revisión de los sistemas tecnológicos digitales describiendo los principales desafíos y perspectivas de futuro.

Inteligencia artificial

Desafíos

Nishant et al.(2020) y Gour, Kumawat & Umamaheswari (2021), se identificaron los siguientes desafíos:

- Dificultades en la gestión de los datos, debido al tamaño insuficiente del conjunto de datos disponibles, al formato y calidad, la falta de integración y continuidad de datos y la falta de estándares de recopilación de datos.
- Automatización de la gestión de casos, comprender que casos se pueden automatizar de forma rutinaria y que casos necesitan la intervención de un especialista y cuando.
- Mejorar la calidad de la información disponible para respaldar las decisiones (automáticas o humanas).
- Mejorar la capacidad de adaptación de las organizaciones para mejorar su respuesta a los cambios en el entorno.
- Ante el avance del aumento de la IA, las empresas carecen de profesionales calificados que puedan cumplir con los requisitos y trabajar con esta tecnología.
- Las aplicaciones de IA se basan en grandes volúmenes de datos clasificados a menudo sensibles y de carácter personal. Esto lo hace vulnerable a problemas graves como la violación de datos y robo de identidad.

Futuro

Según Jacobides et al. (2021), es importante reconsiderar los dilemas claves de la inteligencia artificial para el futuro, como son los siguientes:

- Adaptación a la computación perimetral: significa llevar la inteligencia artificial a dispositivos locales más pequeños.
- Mejorar la comprensión básica de la tecnología para aprovechar sus beneficios.

Gour et al. (2021) identificaron tendencias en la aplicación de IA, como:

- *Inteligencia artificial como servicio (Artificial intelligence as a service - AIaaS)*
- *Pagos invisibles (IA en la banca)*
- *Salud y Biotecnologia*

Computación en la nube

Desafíos

Según Gill et al.(2019), existe la necesidad de encontrar la compensación entre los diferentes requisitos de calidad del servicio (*Quality of servicio* – QoS) debido a la amplia gama de aplicaciones de IoT que se ejecutan en los sistemas de computación en la nube. Las aplicaciones deben poder proporcionar características óptimas de QoS y SLA con una sobrecarga mínima para mantener la integridad de los datos con Blockchain.

Según He et al. (2020), hay muchos desafíos de seguridad que dificultan la aceptación de computación en la nube y estos desafíos están afectando directamente a los modelos de despliegue, modelos de servicio o redes. Entre ellos están:

- La falta de seguridad de datos tales como: clonación y recursos de agrupación, movilidad de datos y residuos de datos, perímetro elástico, entorno multiusuario compartido, datos sin cifrar, autenticación y gestión de identidad, fuga de datos y problemas consiguientes.
- También están los ataques maliciosos, copia de seguridad y almacenamiento, problemas tecnológicos compartidos y secuestro de servicios.
- Virtualización de salto de máquina (VM), movilidad de VM, denegación de servicio de VM, seguridad del navegador, ataque de inyección SQL, ataques de inundación, bloqueos y los gustos.

Futuro

Según Murad et al. (2022), se establece como visión a futuro a mejorar el tema de las comunicaciones, al resolver el compromiso entre la asignación de recursos y la tolerancia a fallas en sistemas con recursos limitados. También, a que los recursos de la nube entre los inquilinos se compartan de manera segura y eficiente dentro de un sistema federado en la nube. Así como las redes virtuales, las cuales podrían ayudar a estudiar escenarios web totalmente colaborativos, peer-to-peer y omnipresentes.

Según AlTwaijiry (2021), algunas tendencias son:

- *Edge computing* que proporciona análisis, procesamiento y transmisión de datos en el borde de la red.
- *Hybrid and Multi-Cloud Solutions*
- *Green cloud computing*
- *Serverless computing*

Robots autónomos

Desafíos

Según Wong et al. (2018), los desafíos están relacionados con la inteligencia y la autonomía; debido a que, en muchos casos el operador debe operar robots de forma remota desde lejos utilizando información visual limitada. Además de ello, propone que se debe tener en cuenta la capacidad de toma de decisiones de las maquinas debido a que existe impervisibilidad de incertidumbre en ello.

También, Dodig-Crnkovic et al.(2021) identifico la seguridad en el contexto y conexiones, el despliegue de software y actualizaciones, así como el almacenamiento y uso recibido de datos de forma segura. Así como, algunos desafíos más sociales como el riesgo de que la tecnología cause daño, cambios disruptivos en el mercado.

Según Yang et al. (2018):

- *Nuevos materiales y esquemas de fabricación* para desarrollar una nueva generación de robots que son multifuncionales, energéticamente eficientes, compatibles y autónomos de manera similar a los organismos biológicos.
- *Robots biohíbridos y bioinspirados* que traduzcan los principios biológicos fundamentales en reglas de diseño de ingeniería o integrar componentes vivos en estructuras sintéticas para crear robots que funcionen como sistemas naturales.
- *Nuevas fuentes de energía, tecnologías de baterías y esquemas de recolección de energía* para la operación duradera de robots móviles.
- *Navegación y exploración* en entornos extremos que no solo no están mapeados sino también mal entendidos, para que desarrollen habilidades para adaptarse, aprender, recuperar y manejar fallas.
- *Interfaces cerebro-computadora (BCI)* para lograr un control continuo de neuroprótesis periféricas, dispositivos de estimulación eléctrica funcional, y exoesqueletos.
- *Interacción social* que comprende dinámica social humana y normas morales, que puedan integrarse verdaderamente con nuestra vida social mostrando empatía y comportamientos sociales naturales

Futuro

Según Butt (2020), describen oportunidades para la mejora en esta tecnología en cuanto a aumentar la eficiencia y la productividad, reducir errores y reprocesos, seguridad, mejorar el aprendizaje exponencial por recopilar y analizar datos de la máquina.

Teja (2021) argumenta que se espera que los robots autónomos experimenten un fuerte crecimiento en los próximos cinco años, particularmente dentro de las operaciones de la cadena de suministro que incluyen tareas de bajo valor, potencialmente peligrosas o de alto riesgo.

Internet de las cosas (IoT)

Desafíos

Según Gill et al.(2019), Furstenau et al. (2022) y Khanna y Sharma (2019) existen los siguientes desafíos en IoT**:**

- Nuevas aplicaciones basadas en IoT para permitir una comunicación más segura y garantizar la privacidad de los datos para las plataformas informáticas modernas que incluyen dispositivos periféricos como parte de los centros de datos.
- Los dispositivos de borde de la aplicación IoT tienen recursos limitados y no pueden soportar las aplicaciones de seguridad pesada y los firewalls desarrollados por las computadoras personales comunes.
- Requisitos de seguridad (confidencialidad, privacidad, enrutamiento seguro, gestión robusta y resistente y detección de daños).
- El almacenamiento de datos, software, infraestructura de computación en la nube y big data.
- La gran cantidad de dispositivos, el costo, el mantenimiento, el consumo de energía, las conexiones a Internet, la interoperabilidad, la seguridad y la privacidad
- Vulnerabilidades de seguridad, incluida la privacidad, la denegación de servicio y el sabotaje. La piratería también es una preocupación, por lo que regular es uno de los principales objetivos.
- Cuestiones normativas y legales que se aplican principalmente a los seguros, la banca, la fabricación, los dispositivos médicos y los equipos relacionados con los alimentos. Esto significa que los dispositivos IoT relacionados con este campo tomarían más tiempo y costo para ingresar al mercado, ya que deberán cumplir con varias regulaciones.
- Falta de arquitectura común y estandarización.

Futuro

Según Furstenau et al.(2022) destaca para un futuro próximo las principales perspectivas como por ejemplo:

- El creciente número de máquinas y dispositivos conectados, lo cual requiere de nuevos niveles de seguridad y privacidad, enrutamiento de red e interconexión entre equipos y sistemas de gestión. Esta multiplicidad de autenticaciones y tráfico de datos trasciende los niveles de gestión de datos que suelen utilizar las organizaciones.
- Énfasis en mejorar el procesamiento de datos en servidores centralizados basados en la nube.
- Resaltar los temas de seguridad y autenticación para diferentes escenarios y sectores.

Realidad Mixta

Desafíos

Según Rokhsaritalemi et al. (2020) los desafíos de esta tecnología son:

- Tecnologías de visualización que proporcione una salida razonable con resolución y contraste adecuados.
- Tecnología de seguimiento, donde el sistema debe considerar la perspectiva del usuario; además, la interacción entre objetos virtuales y reales requiere el uso de métodos precisos para rastrear ambos objetos.
- Técnicas de anotación, que proporcionan señales de comunicación no verbal a los usuarios.
- Técnicas de manipulación de objetos cooperativos, que dividen el complejo proceso de manipulación de objetos 3D en tareas más simples entre diferentes usuarios.
- Estudios de percepción y cognición del usuario, que tienen como objetivo disminuir la carga de trabajo cognitiva para la comprensión y finalización de tareas, y aumentar la conciencia perceptiva y la presencia de los usuarios.

Futuro

Según Rokhsaritalemi et al. (2020) se propone como perspectiva, que las aplicaciones de realidad mixta necesitan una estrategia apropiada para manejar los efectos dinámicos, como cambios ambientales repentinos y el movimiento de objetos. Como nuevos algoritmos gráficos de computadora para manejar la construcción automática de los entornos y la capacidad de grandes visualizaciones de datos con un enfoque en la simulación cercana a la realidad. La realidad mixta (MR) es una tecnología prometedora para campos de aplicación como la medicina y el bienestar, la arquitectura y la planificación urbana, y la educación y la formación. Las industrias del entretenimiento también muestran un gran interés en MR. En MiRai-01, los funcionarios de museos y otros centros de visitantes se convirtieron en defensores de MR.

Dado que el concepto de fusión de los espacios físico y cibernético cubre campos aplicables en gran medida. Sin duda, más ciberespacios llegarán a nuestras vidas. Si es así, la tecnología MR que incorpore tales ciberespacios con la vida real será más importante que nunca.

Gemelos digitales

Desafíos

Kamble et al.(2022), destaca que para desarrollar un gemelo digital para el caso de una cadena de suministro eficiente, los desafíos se remotan al alcance del ciclo de vida del producto, la ciberseguridad, la protección de la propiedad intelectual y las fuentes de datos no estructurados.

Además según Ramu et al.(2022), surge también como problema, el tema de la privacidad y seguridad de datos, ya que esta tecnología es muy propensa a los ataques y vulnerables amenazas como la denegación de servicio, los digital twins utilizan una gran cantidad de datos que presentan un riesgo de exposición a datos confidenciales. Tambien, se indica que

la calidad de datos también es un desafio, ya que si los datos tienen información ruidosa y atípica, estos pueden producir resultados inexactos. Otros desafíos detectados son el intercambio de datos, interacción del usuario, integración de datos y flujo de información.

Futuro

De acuerdo con Ramu et al.(2022), esta tecnología se orientará a abarcar otros dominios sensibles como vehículos autónomos, aeronaves y atención médica. Las investigaciones futuras pueden centrarse más en el desarrollo de marcos para integrar esta tecnología. Como también, el desarrollo de estándares y marcos para adaptarse a las redes 5G y más allá es un alcance adicional.

Blockchain

Desafíos

Según Gill et al.(2019), existen los siguientes desafíos en Blockchain**:**

- Blockchains solo tiene recursos informáticos limitados para ejecutar aplicaciones distribuidas, como almacenamiento limitado, máquinas virtuales ineficientes y protocolo con alta latencia.
- Mejorar la seguridad del almacenamiento en la nube. Por ejemplo, los datos de los usuarios se pueden dividir en pequeños bloques y agregar una capa de seguridad más.
- Existe la necesidad de investigar como funcionan las técnicas de Machine Learning (ML) en la predicción por ejemplo, de los precios de las criptomonedas.

Futuro

Según Bear & Rauchs (2021), en la actualidad, nadie puede apreciar completamente los efectos a largo plazo de la tokenización de activos generalizada y las plataformas industriales compartidas en los modelos comerciales, la economía y la sociedad en general. Sin embargo, hay algunas tendencias más inmediatas que vale la pena observar:

- *Creciente actividad de fusiones y adquisiciones*
- *Cumplimiento normativo*: los esfuerzos de los reguladores y legisladores para incorporar criptoactivos y otros activos digitales al sistema financiero tradicional regulado se están acelerando a nivel mundial.

Literatura revisada

AlTwaijiry, A. (2021). Cloud Computing Present Limitations and Future Trends. *ScienceOpen Preprints*. doi:10.14293/S2199-1006.1.SOR-.PPEYYII.v1

Butt, J. (2020). A strategic roadmap for the manufacturing industry to implement industry 4.0. *Designs*, *4*(2), 1–31. https://doi.org/10.3390/DESIGNS4020011

Furstenau, L. B., Rodrigues, Y. P. R., Sott, M. K., Leivas, P., Dohan, M. S., López-Robles, J. R., Cobo, M. J., Bragazzi, N. L., & Raymond Choo, K.-K. (2022). Internet of things: Conceptual network structure, main challenges and future directions. *Digital Communications and Networks*. https://doi.org/10.1016/J.DCAN.2022.04.027

Gill, S. S., Tuli, S., Xu, M., Singh, I., Singh, K. V., Lindsay, D., Tuli, S., Smirnova, D., Singh, M., Jain, U., Pervaiz, H., Sehgal, B., Kaila, S. S., Misra, S., Aslanpour, M. S., Mehta, H., Stankovski, V., & Garraghan, P. (2019). Transformative effects of IoT, Blockchain and Artificial Intelligence on cloud computing: Evolution, vision, trends and open challenges. *Internet of Things*, *8*, 100118. https://doi.org/10.1016/J.IOT.2019.100118

Gour, S., Kumawat, V., & Umamaheswari, B. (2021). Research trends, challenges, and the future of AI in Data Science. *Vidyabharati International Interdisciplinary Research Journal*.

Jacobides, M. G., Brusoni, S., & Candelon, F. (2021). The Evolutionary Dynamics of the Artificial Intelligence Ecosystem. *Strategy Science*, *6*(4), 412–435. https://doi.org/10.1287/STSC.2021.0148/ASSET/IMAGES/LARGE/STSC.2021.0148F5.JPEG

Kamble, S. S., Gunasekaran, A., Parekh, H., Mani, V., Belhadi, A., & Sharma, R. (2022). Digital twin for sustainable manufacturing supply chains: Current trends, future perspectives, and an implementation framework. *Technological Forecasting and Social Change*, *176*, 121448. https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2021.121448

Khanna, D., & Sharma, A. (2019). Internet of Things Challenges and Opportunities. *International Journal For Technological Research In Engineering*. doi:10.31221/osf.io/x7rqt

Murad, S. A., Muzahid, A. J. M., Azmi, Z. R. M., Hoque, M. I., & Kowsher, M. (2022). A review on job scheduling technique in cloud computing and priority rule based intelligent framework. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*. https://doi.org/10.1016/J.JKSUCI.2022.03.027

Nishant, R., Kennedy, M., & Corbett, J. (2020). Artificial intelligence for sustainability: Challenges, opportunities, and a research agenda. *International Journal of Information Management*, *53*, 102104. https://doi.org/10.1016/J.IJINFOMGT.2020.102104

Ramu, S. P., Boopalan, P., Pham, Q. V., Maddikunta, P. K. R., Huynh-The, T., Alazab, M., Nguyen, T. T., & Gadekallu, T. R. (2022). Federated learning enabled digital twins for smart cities: Concepts, recent advances, and future directions. *Sustainable Cities and Society*, *79*, 103663. https://doi.org/10.1016/J.SCS.2021.103663

Rokhsaritalemi, S., Sadeghi-Niaraki, A., & Choi, S. M. (2020). A Review on Mixed Reality: Current Trends, Challenges and Prospects. *Applied Sciences 2020, Vol. 10, Page 636*, *10*(2), 636. https://doi.org/10.3390/APP10020636

Teja Yarlagadda, R. (2021). Future of Robots, AI and Automation in The United States. *International Engineering Journal for Research & Development*.

Wong, C., Yang, E., Yan, X.-T., & Gu, D. (2018). Autonomous robots for harsh environments: a holistic overview of current solutions and ongoing challenges. *Http://Mc.Manuscriptcentral.Com/Tssc*, *6*(1), 213–219. https://doi.org/10.1080/21642583.2018.1477634

Yang, G.-Z., Bellingham, J., Dupont, P., Fischer, P., Floridi, L., Full, R., . . . Wood, R. (2018). The grand challenges of Science Robotics. *Science Robotics*. doi:10.1126/scirobotics.aar7650

Desarrollado por A+ Project